

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
6 janvier 2005 (06.01.2005)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2005/002308 A2**

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> :

**H05K 13/00**

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2004/001556

(22) Date de dépôt international : 22 juin 2004 (22.06.2004)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :

0307563 23 juin 2003 (23.06.2003) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **IMPHY  
ALLOYS** [FR/FR]; Immeuble "La Pacific" -, La Défense  
7 -, 11-13 Cours Valmy, F-92800 PUTEAUX (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **GIJS,  
Martin** [CH/CH]; Chemin de la Dôle 6, CH-1024  
ECUBLENS (CH). **REYAL, Jean-Pierre** [FR/FR]; 31,  
rue des Etourneaux, F-95610 ERAGNY (FR). **AMALOU,  
Farid** [DZ/CH]; 18 avenue de Florissant, CH-1020 RE-  
NENS (CH).

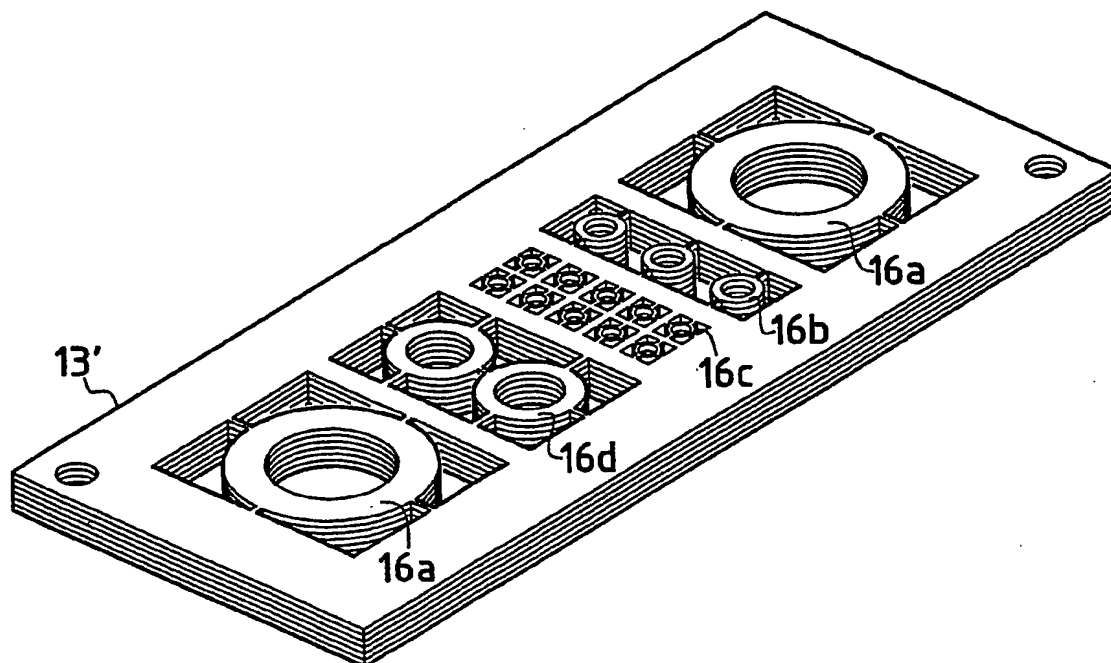
(74) Mandataires : **LAGRANGE, Jacques** etc.; CABINET  
LAVOIX, 2, Place d'Estienne d'Orves, F-75441 PARIS  
CEDEX 09 (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de  
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,  
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,  
GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCTION OF PIECES FOR PASSIVE ELECTRONIC COMPONENTS AND PIECES  
OBTAINED THUS

(54) Titre : PROCEDE DE FABRICATION DE PIECES POUR COMPOSANTS ELECTRONIQUES PASSIFS ET PIECES OB-  
TENUES



(57) Abstract: The invention relates to a method for production of pieces for passive electronic components in which: a layered strip (1) is produced, made from at least one stack of a thin metal strip and a layer of adhesive material, at least one piece (6) is cut from the layered strip (1), the cutting being carried out by a method including at least one etching step with sand. The invention further relates to the pieces obtained.

[Suite sur la page suivante]



KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée :**

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

- (84) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI,

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

---

(57) **Abrége :** Procédé de fabrication de pièces pour composants électroniques passif selon lequel : on fabrique une bande stratifiée (1) constituée d'au moins un empilage d'une bande métallique mince et d'une couche de matériau adhésif et on découpe dans la bande stratifiée (1) au moins une pièce (6), la découpe étant effectuée par un procédé comportant au moins une étape de gravure par sablage. Pièces obtenues

Procédé de fabrication de pièces pour composants  
électroniques passifs et pièces obtenues.

5           La présente invention concerne un procédé de fabrication de pièces pour composants électroniques passifs obtenus par découpage dans une bande stratifiée constituée d'un empilage de bandes métalliques minces et fragiles, et notamment de bandes métalliques minces en  
10       alliage nanocristallin.

          Les alliages nanocristallins et notamment les alliages nanocristallins du type Fe Cu Nb B Si ou Fe Zr B Si, ou d'autres types encore, sont bien connus. Ces alliages qui ont d'excellentes propriétés magnétiques,  
15       sont obtenus par traitement thermique de bandes d'alliage amorphe obtenues par solidification ultra-rapide d'un métal liquide. Ces bandes, particulièrement adaptées à la fabrication d'un noyau magnétique à perméabilité très élevée notamment à basse fréquence, présentent cependant  
20       l'inconvénient d'être extrêmement fragiles. Aussi, pour fabriquer des noyaux magnétiques à l'aide de ces bandes d'alliage nanocristallin, on a proposé d'enrouler des bandes d'alliages amorphes pour former des bobines, puis d'effectuer des traitements thermiques sur ces bobines  
25       pour conférer à l'alliage une structure nanocristalline. On obtient ainsi des noyaux magnétiques qui ont d'excellentes propriétés magnétiques, mais qui présentent l'inconvénient de n'avoir qu'une forme possible qui est celle d'une bobine.

30       Afin de fabriquer des noyaux magnétiques en alliage nanocristallin ayant des formes différentes des bobines, on a proposé de réaliser des bandes stratifiées constituées d'un empilement de bandes d'un alliage nanocristallin collées entre elles à l'aide d'une colle

ou d'une résine, puis de découper ces bandes stratifiées par des moyens mécaniques tel que le cisailage ou par laser, de façon à obtenir des noyaux ayant la forme souhaitée. Mais cette technique présente un inconvénient, car du fait de la très grande fragilité des bandes en alliage nanocristallin, le découpage mécanique ou par laser risque d'engendrer à l'intérieur des bandes nanocristallines des fissures qui détériorent considérablement les propriétés magnétiques des noyaux obtenus.

Afin de pouvoir manipuler plus facilement les rubans nanocristallins extrêmement fragiles, on a proposé notamment dans le brevet FR 2 788 455, une méthode pour assembler les rubans nanocristallins avec des bandes polymères, ce qui permet de les manipuler plus facilement. Ces rubans nanocristallins associés à des rubans polymères peuvent alors être empilés et gravés pour fabriquer des noyaux magnétiques utilisables pour la réalisation de composants magnétiques enterrés dans des circuits imprimés ou pour la réalisation de composants magnétiques nanocristallins discrets. Ce procédé qui utilise la gravure chimique, présente l'avantage d'être bien maîtrisé. Cependant, cette technique de fabrication est lente et complexe. En effet, du fait de la présence des bandes en matériaux polymères sur lesquels sont collés des bandes nanocristallines, il est nécessaire de graver chaque bande avant d'empiler les différentes bandes pour obtenir un composant ayant les dimensions souhaitées.

Le but de la présente invention est de remédier à ces inconvénients en proposant un moyen pour fabriquer des pièces pour composants électroniques passifs, notamment des composants électroniques magnétiques, constitués d'un empilement de bandes métalliques minces

et fragiles, et en particulier de bandes en alliage nanocristallin, et ayant des formes très diverses.

A cet effet l'invention a pour objet un procédé de fabrication de pièces pour composants électroniques passifs selon lequel on fabrique une bande stratifiée constituée d'au moins un empilage d'une bande métallique mince et fragile et d'une couche d'un matériau adhésif, et on découpe dans la bande stratifiée au moins une pièce par un procédé comportant au moins une étape de gravure par sablage. Dans ce procédé, bien adapté aux matériaux fragiles et cassants, les inconvénients des matériaux nanocristallins, c'est-à-dire leur fragilité et les problèmes de manutention qui en résultent, deviennent un avantage.

De préférence, la couche d'un matériau adhésif de l'au moins un empilage est une couche d'un matériau adhésif dur et fragile.

Pour effectuer au moins une étape de gravure par sablage, on dispose sur une face de la bande stratifiée un cache en un matériau résistant au sablage, comportant des ouvertures ayant au moins une forme selon laquelle on veut graver l'au moins une bande stratifiée.

Le cache est par exemple une bande en acier résistant à la gravure par sablage, ou une couche élastique telle qu'une couche de peinture déposée par sérigraphie, ou une couche de résine photosensible élastique qu'on expose à des rayonnements et par exemple à des rayons ultraviolets ou à des faisceaux d'électrons à travers un masque comportant des découpes adaptées et qu'on développe par immersion dans un bain.

La bande stratifiée peut être constituée d'au moins deux empilages alternés de bandes métalliques minces et de couches d'un matériau adhésif dur et fragile, les au moins deux empilages alternés étant superposés et séparés

par une couche adhérente dont au moins une partie de la surface est constituée d'un matériau élastique résistant à la gravure par sablage.

5 De préférence pour effectuer la gravure par sablage, on colle la bande stratifiée sur une bande de support. Après sablage, on peut séparer la bande stratifiée découpée et la bande support.

10 Pour effectuer la gravure par sablage, on peut alors placer la bande stratifiée disposée sur la bande support, dans une enceinte de gravure par sablage comprenant au moins une buse de sablage produisant un jet de particules abrasives, on fait effectuer un mouvement relatif de la bande stratifiée et de l'au moins une buse de sablage afin de réaliser un balayage de la surface de la bande stratifiée par le jet de particules abrasives.

15 Par ce procédé on peut graver sur la bande stratifiée une pluralité de pièces pour composants électroniques reliées entre elles par des points d'accrochage, qu'on sépare.

20 Le matériau dur et fragile est par exemple une colle époxy.

De préférence, les bandes métalliques minces sont constituées d'un matériau pris parmi les alliages suivants : alliages magnétiques nanocristallins, alliages magnétiques fer-cobalt fragiles, fer-platine fragiles, 25 fer-silicium fragiles, fer-nickel fragiles , alliages nickel-chrome fragiles, alliages de molybdène fragiles et alliages de tungstène fragiles.

30 La bande support peut être une bande comportant une couche en polymère et une couche en matériau conducteur tel que le cuivre qui, en outre, peut comporter avant découpage par sablage au moins un composant électronique qu'on protège au moment de la découpe par sablage par une couche en matériau élastique.

L'invention concerne également une pièce susceptible d'être obtenue par le procédé selon l'invention, qui est par exemple un noyau de composant électronique inductif passif qui peut comporter un entrefer et qui peut  
5 également comporter au moins deux parties d'épaisseurs différentes.

La pièce peut aussi constituer une résistance électrique ou une capacité.

L'invention concerne aussi une plaque destinée à  
10 être incorporée dans un circuit imprimé, constituée d'une couche en matériau conducteur et d'une couche en matériau polymère élastique, sur laquelle est collée une pièce de composant électronique susceptible d'être obtenue par le procédé selon l'invention.

L'invention concerne en outre un procédé de fabrication d'un composant électronique passif inductif du type comprenant une pièce découpée dans une bande stratifiée constituée d'un empilement de bandes métalliques minces en un alliage magnétique, dans lequel  
15 on fabrique ladite pièce par le procédé selon l'invention, et on réalise au moins un bobinage et l'enrobage du composant par un matériau de protection.

Lorsque le composant électronique passif est capacitif ou résistif, le composant comprend une pièce  
25 découpée dans une bande stratifiée constituée d'un empilement de bandes métalliques minces et des moyens de connexion électrique. Dans ce cas, on réalise en outre les moyens de connexion et l'enrobage du composant par un matériau de protection.

L'invention concerne enfin un procédé de fabrication d'un circuit imprimé comprenant au moins un composant électronique passif comportant au moins une pièce constituée d'un matériau métallique stratifié selon lequel on empile et on fait adhérer par collage au moins  
30

une plaque constituée d'une couche en matériau conducteur et d'une couche en matériau polymère élastique sur laquelle est collée une pièce obtenue par découpe par sablage, et au moins une plaque comprenant une couche en matériau polymère.

Le procédé de découpage par sablage d'une bande stratifiée constitué d'un empilement alterné de bande en matériau métallique magnétique très fragile et de couches de polymère, a l'avantage de permettre d'obtenir des pièces magnétiques de forme très diverses exemptes de fissure, et donc, ayant de très bonnes propriétés magnétiques.

Ce procédé permet également de fabriquer des pièces de faible épaisseur qu'il n'est pas possible de fabriquer par des techniques connues. En particulier, il permet de fabriquer des tores dont le rapport du diamètre à l'épaisseur est très grand. Il s'agit notamment de tores d'épaisseur inférieure à 1 mm, et par exemple des tores d'épaisseur voisine de 1 mm et de diamètre supérieur à 10 mm, ou des tores d'épaisseur comprise entre 20  $\mu\text{m}$  et 200  $\mu\text{m}$  et de diamètre pouvant aller de 1 à quelques millimètres.

L'invention va maintenant être décrite de façon plus précise mais non limitative en regard des figures annexées, lesquelles :

- la figure 1A représente de façon schématique un empilement de bandes nanocristallines collées par une colle dure et fragile, disposées sur une bande support et sur lequel est disposé un masque.
- la figure 1B représente l'empilement précédent après sablage.
- la figure 2A représente une bande stratifiée selon la figure 2A constituée de bandes nanocristallines empilées et collées, dans laquelle une couche de colle est



constituée d'une colle élastique.

- la figure 2B représente une bande stratifiée selon la figure 2A constituée de bandes nanocristallines empilées et collées, dont une couche de colle est constituée d'une  
5 colle élastique, après sablage.

- la figure 3A représente une bande stratifiée selon la figure 2A constituée de bandes nanocristallines empilées et collées entre elles, dont une couche de colle est partiellement constituée d'une colle élastique. La bande  
10 stratifiée est posée sur un support et sur la bande est disposé un cache.

- la figure 3B représente la bande de la figure précédente après sablage.

- la figure 4 représente un assemblage constitué d'une  
15 bande support, d'une bande stratifiée constituée de bandes nanocristallines collées et d'un cache.

- la figure 5 représente la pièce obtenue après sablage.

- la figure 6 est une représentation schématique du procédé de fabrication d'une pièce pour composant  
20 magnétique découpée par sablage dans une bande stratifiée comprenant des bandes nanocristallines.

- les figures 7A et 7B, représentent de façon schématique la fabrication d'un circuit imprimé comportant un noyau magnétique obtenu par découpe d'un matériau  
25 nanocristallin.

Le principe général de l'invention consiste à fabriquer des pièces pour composants électroniques passifs, et en particulier des composants électroniques passifs magnétiques tels que des inductances ou des  
30 noyaux magnétiques, obtenus par découpe par sablage de bandes stratifiées constituées d'un empilement alterné de bandes métalliques fragiles et de couches d'un matériau adhésif dur et fragile. Le matériau métallique fragile a des propriétés magnétiques adaptées à la fabrication de

composants électroniques magnétiques. Ce matériau est notamment un matériau magnétique nanocristallin de type Fe-Cu-Nb-B-Si ou Fe-Zr-B-Si par exemple. De tels matériaux sont décrits par exemple dans le brevet  
5 européen EP 0 271 657 ou dans le brevet européen EP 0 299 498. Ce matériau nanocristallin, connu en lui-même, est obtenu par traitement thermique d'une bande amorphe obtenue par solidification ultra-rapide d'un alliage métallique liquide. Une telle bande mince a une épaisseur  
10 comprise entre quelques microns et quelques dizaines de microns, notamment entre 5 à 50 microns, et en général de l'ordre de 20 microns. Le matériau adhésif dur et fragile, est un matériau polymère et par exemple une colle qui est soit naturellement dure et fragile, soit  
15 qui est rendue dure et fragile par un traitement thermique adapté. Ces matériaux, appelés généralement thermodurcissables, sont notamment les polyesters insaturés, les époxydes, les phénoliques et les polyimides.

20 Dans un mode de réalisation de la bande stratifiée, représenté à la figure 1A, la bande stratifiée repérée généralement par 1 est homogène. Elle est constituée de bandes métalliques minces 2 identiques, et de couches intermédiaires de matériau adhésif dur et fragile 3  
25 identiques. Sur la figure 1A, la bande stratifiée 1 est collée sur une bande support 5, et un cache 4 est disposé sur sa face supérieure.

Dans un deuxième mode de réalisation représenté à la figure 2A, la bande stratifiée repérée généralement par  
30 10, est constituée d'une première couche stratifiée 11 homogène, constituée d'un empilement de bandes métalliques minces identiques 21 séparées par des couches de matériau adhésif dur et fragile 31 et d'une deuxième couche stratifiée 12 constituée d'un empilement de bandes

métalliques minces 22 séparées par des couches 32 de matériau adhésif dur et fragile. Les deux couches stratifiées sont séparées par une couche intermédiaire 33 d'un matériau adhésif élastique. Dans ce mode de réalisation la couche intermédiaire élastique 33 s'étend sur toute la surface 2 la bande stratifiée. La bande stratifiée ainsi obtenue est hétérogène. Comme dans le cas précédent, on a représenté sur la figure un cache 40 et une bande de support 50.

Dans un troisième mode de réalisation représenté à la figure 3A, la bande stratifiée hétérogène repérée généralement par 100, est constituée comme dans le cas précédent par une première couche stratifiée 110 constituée d'un empilement de bandes métalliques minces 210 séparées par des couches 310 de matériau adhésif dur et fragile et d'une deuxième couche 120 stratifiée, constituée d'un empilement de bandes métalliques minces 220 séparées par des couches de matériau adhésif dur et fragile 320, les deux couches stratifiées 110 et 120 étant séparées par une couche intermédiaire 330, dont une partie 331 est constituée d'un matériau dur et fragile, et une autre partie 332 est constituée d'un matériau élastique adhésif. Sur la figure on a également représenté une bande support 500 et un cache 400.

D'autres modes de réalisations de bandes stratifiées hétérogènes sont envisageables dans lesquels plusieurs couches stratifiées constituées de bandes métalliques minces rendues adhérentes par des couches de matériau dur et fragile, sont séparés par des couches intermédiaires constituées partiellement ou totalement d'un matériau élastique. Lorsque les couches intermédiaires ne sont constituées que partiellement de matériau élastique, les parties qui ne sont pas constituées de matériau élastique sont constituées de matériau adhésif dur et fragile.

La bande stratifiée homogène ou hétérogène, peut être fabriquée par tout procédé adapté, et en particulier par les procédés décrits dans la demande de brevet français FR 2 788 455.

5           A titre d'exemple, et pour fabriquer une bande stratifiée homogène, on peut procéder de la façon suivante : en faisant dérouler simultanément d'une part une bobine d'une bande en matériau polymère adhésif  
10           souple et résistant et une bobine d'une bande en matériau métallique mince et fragile d'un matériau nanocristallin, on encolle la bande en matériau métallique mince sur la bande en matériau polymère adhésif, souple et résistant. Puis on réalise une pluralité de bandes ainsi constituées  
15           d'une couche de matériau polymère souple et résistant et d'une couche adhérente en matériau métallique mince. Puis on empile une pluralité de ces bandes stratifiées de façon à constituer une bande composite stratifiée comportant des bandes métalliques minces séparées par des  
20           couches de matériau polymère adhésif, souple et résilient. On soumet alors la bande stratifiée ainsi constituée à un traitement thermique destiné à rendre dures et fragiles les couches de matériau polymère adhésives.

          On peut également procéder de la façon suivante : on  
25           réalise une première bande stratifiée en encollant une bande métallique mince sur une bande en matériau polymère adhésif souple et résistant. Puis on enduit la surface métallique mince d'une couche d'une colle qui sera dure et fragile après séchage, telle que par exemple une colle  
30           époxy. Puis on dispose sur cette couche de colle une bande métallique mince, qu'on fait adhérer. Puis on enduit la surface métallique, d'une couche de colle qui deviendra dure et fragile après séchage, et on dispose sur cette couche de colle une nouvelle bande métallique

mince que l'on fait adhérer. Et on continue le processus jusqu'à obtenir une bande stratifiée de l'épaisseur voulue.

Si on souhaite réaliser une bande stratifiée composite hétérogène, on réalise tout d'abord par l'un ou l'autre des procédés qui viennent d'être décrits, une bande stratifiée de l'épaisseur voulue, puis on encolle à la surface de cette bande stratifiée par exemple par sérigraphie une bande ayant les caractéristiques souhaitées, c'est à dire soit une bande qui est entièrement élastique, soit une bande composite constituée d'une partie élastique et d'une partie susceptible de devenir dure et fragile. Puis on dispose sur cette couche intermédiaire une deuxième bande stratifiée réalisée par l'un ou l'autre des procédés décrits précédemment. Eventuellement on reproduit l'opération le nombre de fois souhaité.

Les bandes stratifiées qui viennent d'être décrites comportent un empilement d'une pluralité de bandes métalliques minces. Mais le procédé est adapté également à des bandes stratifiées ne comportant qu'une couche métallique mince adhérent à une couche polymère.

Avant de réaliser la découpe par sablage, on dispose sur la face de la bande stratifiée destinée à recevoir des jets de sable, un cache 4, 40, 400, ou un masque en un matériau résistant au sablage et comportant des ouvertures 7, 70, 700 ayant les formes correspondant aux formes selon lesquelles on veut découper la bande stratifiée.

Le cache peut être réalisé de plusieurs façons.

Dans un premier mode de réalisation, le cache est une bande métallique suffisamment épaisse, par exemple en acier résistant au sablage, et comportant des découpes ayant les formes suivant lesquelles on veut découper la

bande stratifiée.

Dans un autre mode de réalisation, le cache peut être constitué d'une bande en un matériau polymère élastique comportant également des découpes adaptées. Le  
5 matériau doit être élastique de façon à pouvoir résister au sablage.

Dans un troisième mode de réalisation, le cache est réalisé en déposant sur la surface de la bande stratifiée une couche de peinture élastique résistant au sablage  
10 selon des motifs qui correspondent aux motifs selon lesquels on veut découper la bande stratifiée. Cette couche de peinture est par exemple déposée par sérigraphie.

On peut également déposer sur la bande stratifiée,  
15 une couche en résine photosensible qu'on expose à des rayonnements tels que des rayons ultraviolets ou à un faisceaux d'électrons à travers un masque de forme adaptée et qu'on développe dans un bain qui dissout les parties non irradiées.

Lorsque le cache est un cache du type "cache de contact", c'est à dire constitué d'une plaque comportant des ouvertures, il n'est pas possible de réaliser des pièces déconnectées les unes des autres juste après  
20 sablage. En revanche, lorsque le cache est constitué, par exemple, d'une couche de résine photosensible, il est possible de réaliser des pièces déconnectées les unes des autres et en particulier des petits tores disposés à l'intérieur des tores de plus grand diamètre.

Ces modes de réalisations des caches sont des modes  
30 de réalisations connus en eux-mêmes par l'homme du métier.

Afin de pouvoir être manipulée plus facilement, la bande stratifiée 1, 10 ou 100, peut être disposée sur une bande support 5, 50 ou 500 ou sur une plaque support,

constituée d'un matériau ayant une bonne tenue mécanique et résistant au sablage. La bande stratifiée peut être collée sur cette bande support soit par une colle soluble, soit par une colle résistante. La bande support peut, selon les applications envisagées, être constituée soit d'un matériau métallique résistant tel qu'un acier, soit d'un matériau polymère élastique, soit encore d'un matériau polymère comportant sur sa face inférieure une couche métallique conductrice d'électricité telle qu'une couche de cuivre.

Comme représenté à la figure 6, pour réaliser la gravure par sablage, on fait défiler dans une enceinte de sablage 80 l'ensemble constitué par la bande stratifiée 1, le cache 4, et éventuellement la bande support 5, sous des buses de sablage 81 qui projettent sur la surface supérieure, c'est à dire sur la surface qui comporte le cache, des jets 82 de particules abrasives ou sable abrasif. Ces particules abrasives sont par exemple des particules d'alumine ou de silice. Au droit des ouvertures 7, du cache, le sable abrasif abrase la bande stratifiée jusqu'à atteindre une couche résistante à l'abrasion. Cette abrasion de la bande stratifiée assure la gravure et la découpe des pièces 6. Ce procédé décrit pour une bande stratifiée conforme à la figure 11, s'applique de la même façon aux bandes correspondant aux autres modes de réalisation d'une bande stratifiée.

L'enceinte de sablage peut comporter une pluralité de buses qui assurent une projection de particules abrasives sur une pluralité de zones. Cependant, les zones ne recouvrent pas nécessairement toute la surface à sabler. Aussi, pour assurer un sablage de l'ensemble de la surface à sabler, on peut réaliser un balayage de cette surface par des mouvements relatifs de buses de sablage et de la bande à sabler. Ces mouvements relatifs

peuvent être réalisés par exemple par un mouvement alterné des buses dans une direction perpendiculaire à l'axe de la bande à sabler et par un mouvement de la bande à sabler dans une direction parallèle à son axe.

5 Lorsque le support est une plaque support, celui-ci peut être disposé sur une platine animée par deux mouvements selon des directions perpendiculaires entre elles, parallèle à la surface de la plaque.

10 Lorsque la bande stratifiée 1 est une bande stratifiée homogène comme représentée à la figure 1A, le jet de sable qui passe à travers les ouvertures 7 laissées libres par le masque 4 abrasent la bande sur toute son épaisseur jusqu'à atteindre la bande support 5. On obtient ainsi plusieurs pièces distinctes 6 et 6'

15 représentées à la figure 1B, dont l'épaisseur est constante et égale à l'épaisseur de la bande stratifiée.

Lorsque la bande stratifiée, est une bande stratifiée composite 10 telle que représentée à la figure 2A comportant une couche intermédiaire 33 continue, les jets de sable pénètrent par les espaces 70 laissés libres par le masque 40, abrasent la couche stratifiée supérieure 11 de la bande stratifiée, jusqu'à atteindre la couche intermédiaire 33 en matériau élastique. On obtient ainsi une bande représentée à la figure 2B

25 constituée d'une première couche stratifiée 60 sur laquelle sont disposés des éléments stratifiés 61, séparés par des espaces vides. On obtient ainsi une bande stratifiée dont l'épaisseur n'est pas constante. Cette bande stratifiée peut être par exemple une bande sur

30 laquelle on a gravé des bandes parallèles qui peuvent constituer un réseau de diffraction pour des ondes électromagnétiques.

Lorsque la bande stratifiée est une bande stratifiée composite 100, telle que représentée à la figure 3A, dont



la couche intermédiaire 330, est une couche intermédiaire partiellement élastique et partiellement fragile, les zones 700 laissées libres par le masque aux droits de la couche intermédiaire élastique 332 ne sont gravées que jusqu'à la couche intermédiaire élastique 332 tandis que les zones 710 laissées libres par le masque aux droits des zones de la couche intermédiaire 331 qui sont dures et fragiles, la gravure s'effectue jusqu'à la couche support 500. On obtient ainsi des pièces magnétiques 600, représentées à la figure 3B, qui peuvent avoir des parties 610, 620 d'épaisseurs différentes.

Un exemple de mise en œuvre du procédé pour réaliser des tores nanocristallins stratifiés est représenté à la figure 4 et à la figure 5. Une bande stratifiée 13 constituée d'un empilement de bandes stratifiées nanocristallines encollées est disposée sur une bande support 15 et collée sur cette bande à l'aide d'une colle soluble. Sur la face supérieure de la bande stratifiée 13 est disposé un cache 14 comportant des découpes 17 qui délimitent des tores 18A, 18B, 18C et 18D de tailles diverses, ces tores 18A, 18B, 18C et 18D sont reliés par des points d'attache 19A, 19B, 19C et 19D aux parties restantes du cache 14. Cet empilage est sablé afin d'être gravé. Au cours du sablage les parties de la bande 13 qui sont aux droits des ouvertures 17 sont abrasés complètement jusqu'à ce que le sable atteigne la couche support 15. Après sablage le cache 14 est enlevé. On obtient ainsi une bande stratifiée découpée adhérente à la bande support 15. Les découpes de la bande stratifiée délimitent des pièces 16A, 16B, 16C et 16D qui sont des tores en forme de rondelles et qui restent attachés à une partie périphérique de la bande stratifiée par l'intermédiaire de points d'attache. La bande stratifiée découpée 13 est alors nettoyée, éventuellement revêtue

d'un polymère de protection et séparée de la bande support 5. On obtient ainsi une bande stratifiée découpée 13' représentée à la figure 5. On sépare alors les pièces 16A, 16B, 16C et 16D de la bande stratifiée découpée de la bande 13', éventuellement par sablage, et on obtient ainsi une pluralité de tores qui constituent des pièces pour composants électroniques magnétiques discrets. Les tores ainsi obtenus peuvent avoir des dimensions très diverses pouvant aller de quelques millimètres de diamètre voire un millimètre de diamètre jusqu'à plusieurs millimètres de diamètre, avec des épaisseurs qui vont de quelques dizaines de microns à quelques centaines de microns, voire plus en fonction du nombre de couches de bandes nanocristallines qui ont été empilées pour réaliser la bande stratifiée. Ces tores ainsi obtenus peuvent alors être enrobés puis bobinés de façon à fabriquer des composants électroniques magnétiques passifs, tels que des inductances, des transformateurs, des rotors ou des stators de micromoteurs, ou encore tout autre composant du type magnétique. En outre, le procédé permet de fabriquer des tores comportant un entrefer. Pour cela, il suffit de prévoir une coupe radiale suffisamment fine, par exemple de l'ordre de 1/10 mm de large ou moins.

Comme on l'a indiqué précédemment, lorsque la bande stratifiée est une bande stratifiée hétérogène comportant une couche intermédiaire en un matériau totalement ou partiellement élastique, on obtient des pièces magnétiques qui ont des zones de forte épaisseur et des zones de faible épaisseur. Ces pièces peuvent avoir des formes diverses qui correspondent à des applications particulières que l'homme du métier sait déterminer. Comme dans le cas précédent, après sablage, on nettoie la bande stratifiée prédécoupée, puis on sépare les

différentes pièces élémentaires et on les conditionne de façon à pouvoir les utiliser ultérieurement comme pièces incorporées dans des composants électroniques. Ces composants sont par exemple des inductances, des transformateurs, des filtres, des antennes, des rotors ou des stators de micromoteurs pour montres.

Le procédé tel qu'il vient d'être décrit permet de fabriquer des composants électroniques discrets. Mais il permet également de fabriquer des composants électroniques incorporés dans des circuits imprimés.

Pour réaliser des composants électroniques magnétiques incorporés dans des circuits imprimés, on peut procéder de plusieurs façons. On peut notamment, disposer la bande stratifiée constituée de bandes nanocristallines empilées, sur une plaque support constituée d'une part d'une couche en matériau polymère susceptible de devenir l'une des couches d'un circuit imprimé, cette couche polymère étant revêtue sur sa face inférieure d'une couche de cuivre qui peut être gravée par gravure chimique pour former des éléments conducteurs comme on le fait de façon connue en elle-même dans la fabrication des circuits imprimés. La bande stratifiée est collée sur la plaque support par l'intermédiaire d'une colle protectrice élastique de sorte que le sablage qui découpe la pièce dans la bande stratifiée ne découpe pas la plaque polymère support. Après découpe de la bande stratifiée pour former une pièce de composant électronique inductif passif, on nettoie l'ensemble mais on ne décolle pas de la plaque support la pièce obtenue. Au contraire, on laisse cette pièce sur la plaque support. Comme représenté à la figure 7A, on obtient une plaque 51 sur laquelle est collée une pièce de composant électronique inductif 54 en forme de tore. La plaque 51 comprend une couche 52 en matériau polymère sur laquelle

est collée la pièce de composant électronique 54, et une couche inférieure 53 de cuivre. A l'aide d'une colle suffisamment fluide pour remplir toutes les cavités sans laisser de bulles, on colle alors sur la face supérieure de la plaque munie de sa pièce 54, une deuxième plaque 55 constituée d'une couche en matériau polymère 56 et d'une couche supérieure 57 en matériau conducteur tel que du cuivre. Les couches de cuivre 53 et 57 sont alors gravées par gravure chimique de façon à former des conducteurs 58 disposés radialement par rapport au tore 54 qui est inclus entre les deux couches extérieures 51 et 55 du circuit imprimé représenté à la figure 7B. Les conducteurs 58 de la face supérieure et de la face inférieure sont reliés par des passages conducteurs 59 constitués de trous dont les parois sont revêtues d'un matériau conducteur, de façon à former des enroulements. On obtient ainsi un circuit imprimé comportant une inductance ou un transformateur intégré. La technique de fabrication des conducteurs est une technique connue en elle-même dans la fabrication des circuits imprimés. A noter que la gravure des conducteurs dans les couches de cuivre peut être faite non pas après assemblage des plaques constituant le circuit-imprimé, mais avant cette opération. L'ordre dans lequel sont faites ces opérations n'est qu'une question de commodité de fabrication.

Dans un mode de réalisation particulier, et afin d'éviter des sur-épaisseurs entre la couche supérieure et la couche inférieure du circuit imprimé, on peut procéder en déposant sur la couche inférieure du circuit imprimé une seule couche nanocristalline, puis réaliser une pluralité de couches intermédiaires constituées d'un polymère compatible avec la fabrication de circuits imprimés sur lesquelles on dispose une couche nanocristalline qu'on grave par sablage, et on empile une

pluralité de couches intermédiaires de façon à ce que les tores des couches intermédiaires se situent en regard les uns des autres. Puis on recouvre le tout par une couche de matériau polymère comportant une couche de cuivre, et on réalise les connexions par gravure chimique et le perçage des trous dont les parois sont revêtues de matériau conducteur. On peut également percer les trous d'abord et revêtir leurs parois d'un matériau conducteur, puis graver les connexions.

On peut également procéder en réalisant sur une plaque support un circuit magnétique tel qu'un tore ayant une épaisseur relativement importante de quelques dixièmes de millimètres ou d'un millimètre ou plus, puis disposer sur cette première plaque support des couches en matériau polymère dans lesquelles on aura prévu un évidement ayant la forme du tore qui viendra s'encaster autour du tore, remplir les interstices autour du tore avec une résine suffisamment fluide pour ne pas laisser de bulles, puis recouvrir le tout d'une couche superficielle en matériau polymère revêtue d'une couche cuivre sur laquelle on pourra graver des connexions.

Dans ce procédé de fabrication, la couche support sur laquelle on a déposé la bande stratifiée destinée à être découpée peut comporter préalablement des circuits électroniques qui doivent être protégés lors de l'opération de sablage. Pour cela préalablement au sablage on dispose sur la couche support une couche de protection en un matériau élastique résistant au sablage.

Par ce procédé on peut fabriquer des circuits imprimés comportant des circuits magnétiques incorporés dans l'épaisseur du circuit imprimé. Cette technique peut également être appliquée à la fabrication de cartes électroniques, par exemple de cartes à puce, dans lesquelles on peut incorporer un circuit magnétique

inductif tel qu'une self ou qu'un transformateur. On peut également incorporer des circuits magnétiques qui peuvent servir d'antenne ou tout autre type de circuit magnétique que l'homme du métier saura déterminer.

5           On notera que les plaques supports en matériau polymère peuvent être des plaques composites constituées d'un matériau tissé et imprégné de résine utilisé habituellement dans la fabrication de circuits imprimés.

10           L'invention telle qu'elle vient d'être décrite est également applicable à la fabrication de composants électroniques passifs constitués de matériaux autres que des matériaux nanocristallins, pourvu que ces matériaux soient des matériaux métalliques qui se présentent sous forme de bandes minces, dures et fragiles, c'est à dire  
15           susceptibles d'être gravé par sablage. Ces matériaux sont par exemple des matériaux tels que certains alliages fer-cobalt, fer-platine, fer-silicium, fer-nickel, certains alliages du type nickel-chrome ou certains alliages de molybdène ou certains alliages de tungstène.  
20           L'homme du métier connaît ces alliages.

          Les composants électroniques passifs obtenus par ce procédé peuvent également être des composants électroniques du type capacitif ou du type résistif. Pour obtenir de tels composants, il suffit d'ajouter des  
25           connexions aux faces métalliques des pièces obtenues. A titre d'exemple, pour réaliser un composant capacitif, il suffit de réaliser une connexion sur une couche métallique et une connexion sur une autre couche métallique, les deux couches métalliques étant séparées  
30           par au moins une couche isolante ayant des propriétés diélectriques adaptées. Pour obtenir un composant résistif, il suffit de créer deux connexions électriques sur une même couche métallique.

          Dans le procédé tel qu'il vient d'être décrit, on a

prévu une seule opération de sablage, mais pour réaliser certaines géométries, ou pour des raisons de productivité, il peut être utile de réaliser la découpe par plusieurs opérations de sablage successives réalisées  
5 avec des masques différents. Un procédé de fabrication qui comporte une pluralité d'opérations de sablage successives fait également partie de l'invention.

Enfin, le procédé peut s'appliquer à la découpe de pièces dans des bandes stratifiées comprenant une seule  
10 bande métallique mince et fragile ou une bande métallique mince et fragile collée sur une bande polymère élastique et résistant au sablage, laquelle bande polymère élastique peut être collée sur une bande stratifiée comprenant une ou plusieurs bandes métalliques minces et  
15 fragiles et éventuellement une ou plusieurs couches d'un matériau adhésif dur et fragile.

## REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication de pièces pour composants  
5 électroniques passifs selon lequel :

- on fabrique une bande stratifiée (1, 10, 13, 100) constituée d'au moins un empilage d'une bande métallique mince et fragile (2, 21, 210) et d'une couche d'un matériau adhésif,
- 10 - et on découpe dans la bande stratifiée (1, 10, 13, 100) au moins une pièce (6, 6', 16A, 16B, 16C, 16D; 54; 100),
- caractérisée en ce que la découpe est effectuée par un procédé comportant au moins une étape de gravure  
15 par sablage.

2. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que la couche d'un matériau adhésif de l'au moins un empilage est une couche (3, 31, 310) d'un matériau  
20 adhésif dur et fragile.

3. Procédé selon la revendication 1 ou la revendications 2, caractérisé en ce que la bande métallique mince et fragile de l'au moins un empilage de  
25 bandes métallique mince et fragile et d'une couche d'un matériau adhésif est constituée d'un matériau pris parmi les alliages suivants : alliages magnétiques nanocristallins, alliages magnétiques fer-cobalt fragiles, fer-platine fragiles , fer-silicium fragiles,  
30 fer-nickel fragiles, alliages nickel-chrome fragiles, alliages de molybdène fragiles et alliages de tungstène fragiles.

4. Procédé selon l'une quelconque des



revendications 1 à 3, caractérisé en ce que pour effectuer au moins une étape de gravure par sablage, on dispose sur une face de la bande stratifiée (1, 10, 13, 100) un cache (4, 14, 40, 400) en un matériau résistant au sablage, comportant au moins une ouverture (7, 17, 70, 700) ayant au moins une forme selon laquelle on veut graver l'au moins une bande stratifiée.

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que le cache (4, 14, 40, 400) est une bande en acier résistant à la gravure par sablage.

6. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que le cache (4, 14, 40, 400) est constitué d'une couche élastique.

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que la couche élastique est une couche de peinture déposée par sérigraphie.

8. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que la couche élastique est une couche de résine photosensible élastique qu'on expose à un rayonnement lumineux à travers un masque comportant des découpes adaptées et qu'on développe par immersion dans un bain avant gravure par sablage.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que la bande stratifiée (10, 100) est constituée d'au moins deux empilages alternés (11, 12, 110, 120) de bandes métalliques minces et de couches d'un matériau adhésif dur et fragile, les au moins deux empilages alternés étant superposés et séparés par une couche adhérente (33,

330) dont au moins une partie est constituée d'un matériau élastique résistant à la gravure par sablage.

5           10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que, pour effectuer la gravure par sablage, on colle la bande stratifiée (1, 10, 13, 100) sur une bande ou une plaque de support (5, 15, 50, 51, 500).

10           11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que, après découpe par sablage, on sépare la bande stratifiée découpée (13) et la bande support (15).

15           12. Procédé selon la revendication 10 ou 11, caractérisé en ce que pour effectuer la gravure par sablage, on place la bande stratifiée disposée sur la bande support, dans une enceinte de gravure par sablage comprenant au moins une buse de sablage projetant un jet de particules abrasives, et on fait effectuer un  
20 mouvement relatif de la bande stratifiée et de l'au moins une buse de sablage afin d'effectuer un balayage de la surface de la bande stratifiée par le jet de particules abrasives.

25           13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que l'on grave sur la bande stratifiée (13, 13') une pluralité de pièces (16A, 16B, 16C et 16D) pour composants électroniques reliées entre elles par des points d'accrochage (19A,  
30 19B, 19C et 19D) et en ce que, après gravure, on sépare les différentes pièces.

          14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que le matériau

dur et fragile est une colle époxy.

15. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que la bande support est une bande comportant une  
5 couche en polymère (52) et une couche (53) en matériau conducteur tel que le cuivre.

16. Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce que la bande support (51) comprend en outre, avant  
10 découpage par sablage, au moins un composant électronique qu'on protège au moment de la découpe par sablage par une couche en matériau élastique.

17. Pièce susceptible d'être obtenue par le procédé  
15 selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, caractérisée en ce qu'elle est un noyau de composant électronique inductif passif.

18. Pièce selon la revendication 17, caractérisée  
20 en ce qu'elle comporte un entrefer.

19. Pièce selon la revendication 17 ou la revendication 18, caractérisé en ce qu'elle est un  
tore d'épaisseur inférieure à 1 mm.

25

20. Pièce selon la revendication 17 ou la revendication 18, caractérisée en ce qu'elle comporte au moins deux parties d'épaisseurs différentes.

21. Pièce susceptible d'être obtenue par le procédé  
30 selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, caractérisée en ce qu'elle est une armature pour une capacité électrique.

22. Pièce susceptible d'être obtenue par le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, caractérisée en ce qu'elle constitue une résistance électrique.

5

23. Plaque (51) destinée à être incorporée dans un circuit imprimé, constituée d'une couche (53) en matériau conducteur et d'une couche en matériau polymère élastique (52) sur laquelle est collée une pièce (54) de composant électronique passif découpée dans une bande stratifiée, comprenant éventuellement au moins un composant électronique supplémentaire, susceptible d'être obtenue par le procédé selon la revendication 15 ou la revendication 16.

15

24. Procédé de fabrication d'un composant électronique passif inductif du type comprenant une pièce découpée dans une bande stratifiée constituée d'un empilement de bandes métalliques minces en un alliage magnétique, caractérisé en ce que l'on fabrique ladite pièce par le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, et on réalise au moins un bobinage et l'enrobage du composant par un matériau de protection.

20

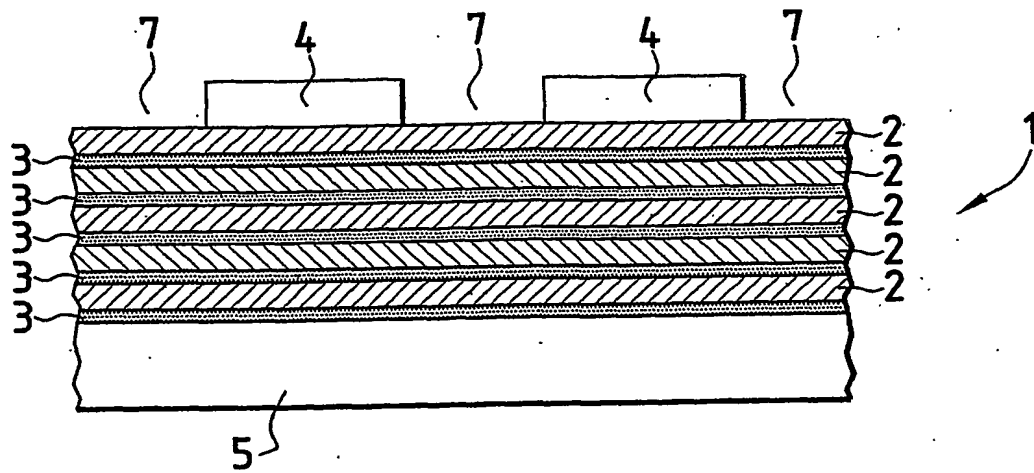
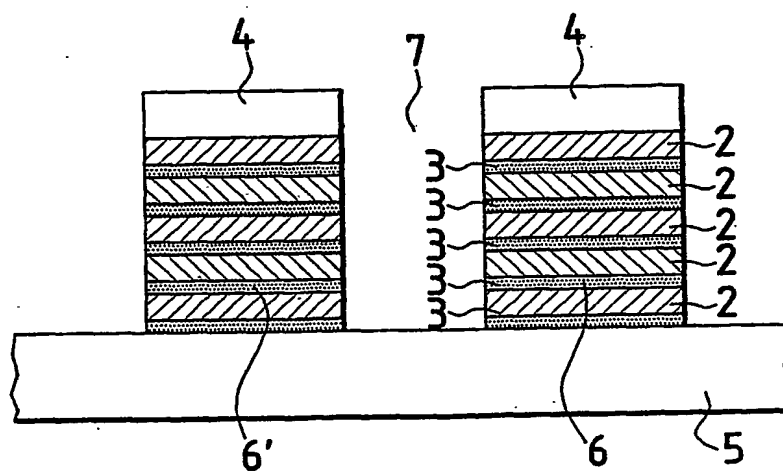
25. Procédé de fabrication d'un composant électronique passif capacitif ou résistif comprenant une pièce découpée dans une bande stratifiée constituée d'un empilement de bandes métalliques minces et des moyens de connexion électrique, caractérisé en ce qu'on fabrique ladite pièce par le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, et on réalise les moyens de connexion et l'enrobage du composant par un matériau de protection.

25

30

26. Procédé de fabrication d'un circuit imprimé  
comprenant au moins un composant électronique passif  
comportant au moins une pièce constituée d'un matériau  
métallique stratifié caractérisé en ce qu'on empile et on  
5 fait adhérer par collage au moins une plaque selon la  
revendication 23 et au moins une plaque comprenant une  
couche en matériau polymère.

1/6

FIG. 1AFIG. 1B

2/6

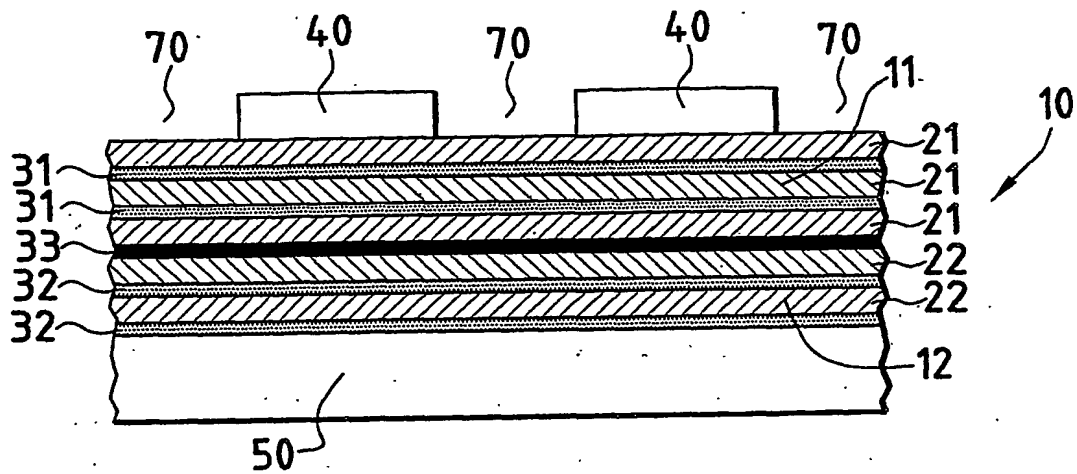


FIG.2A

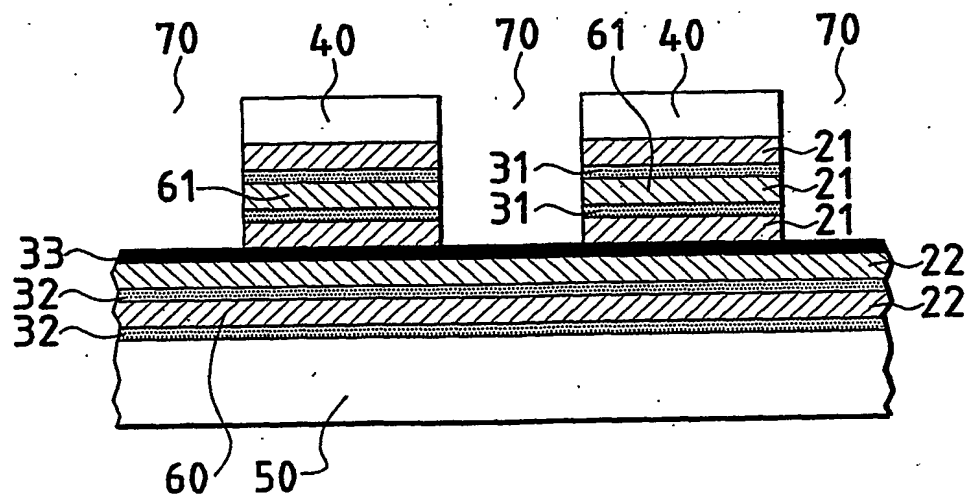


FIG.2B

3/6

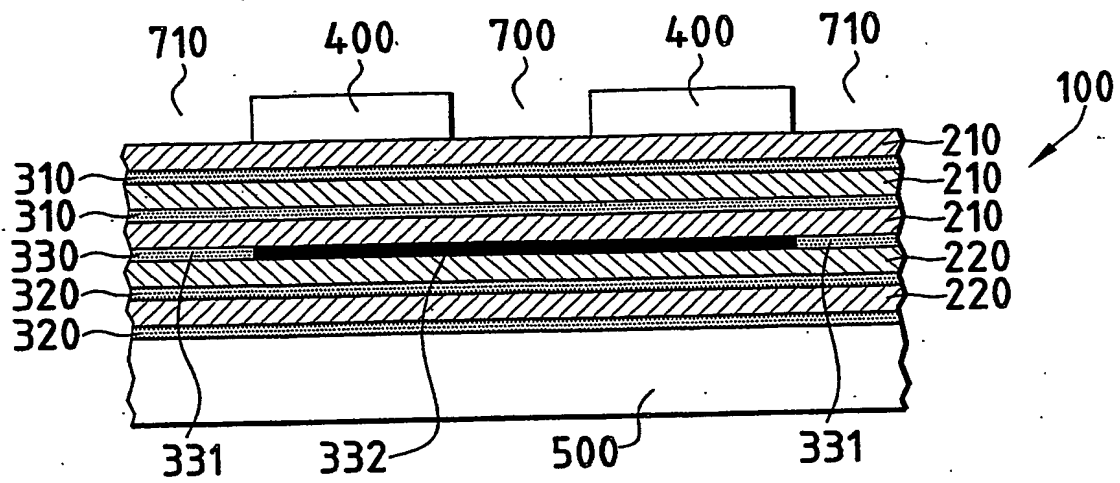
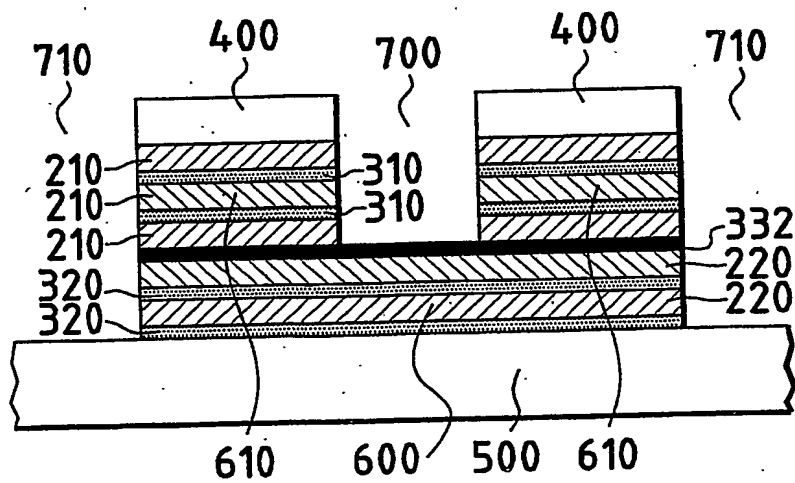


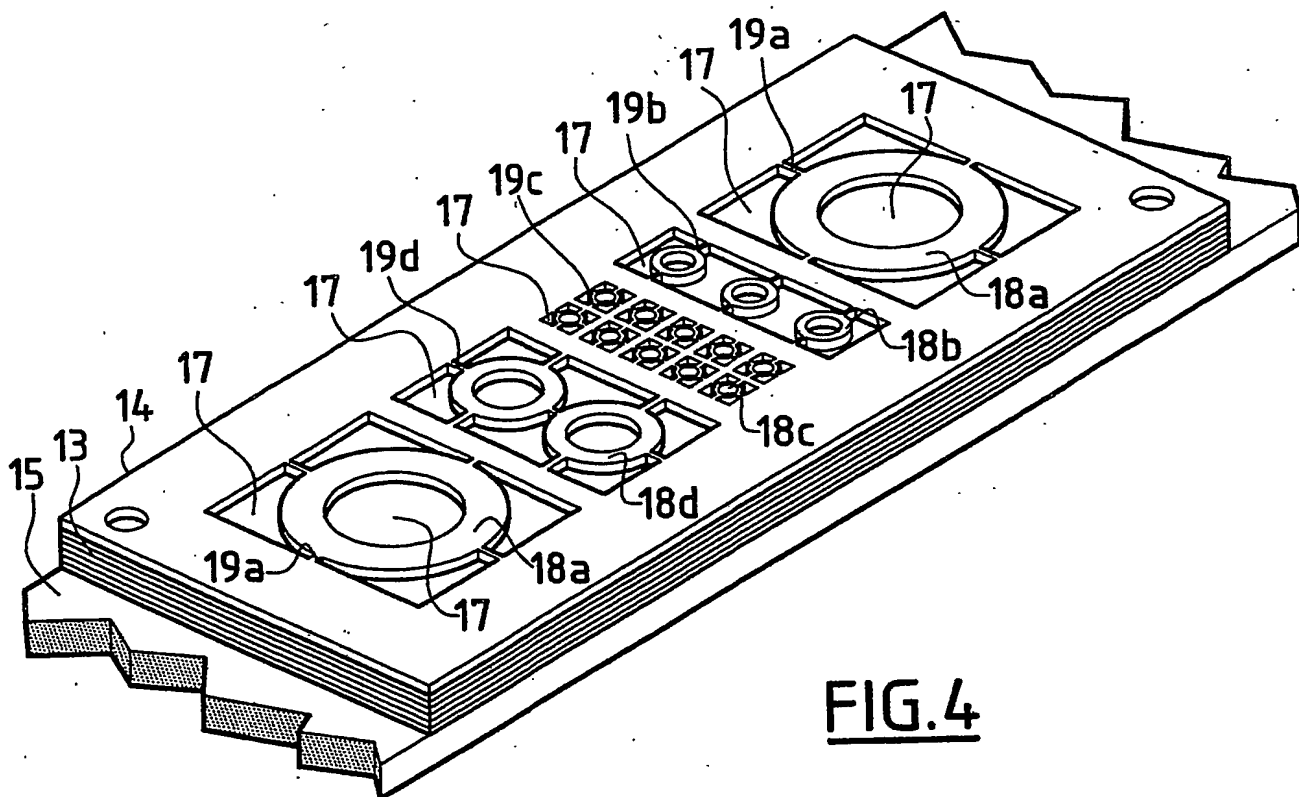
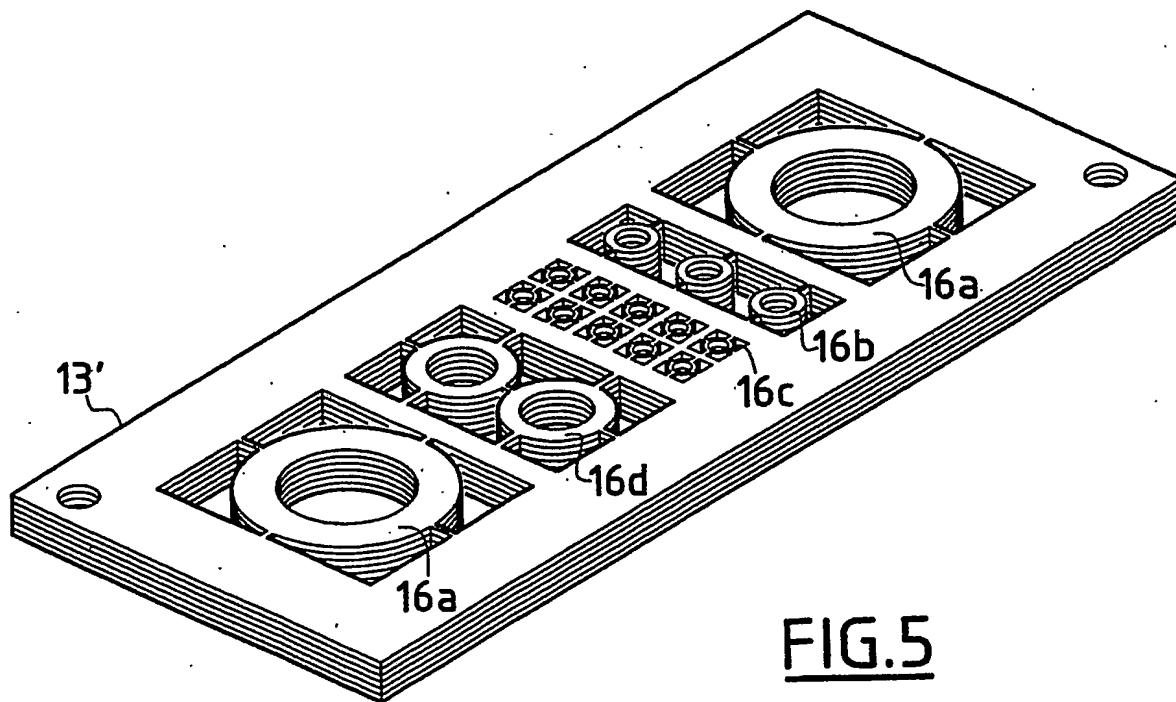
FIG.3A



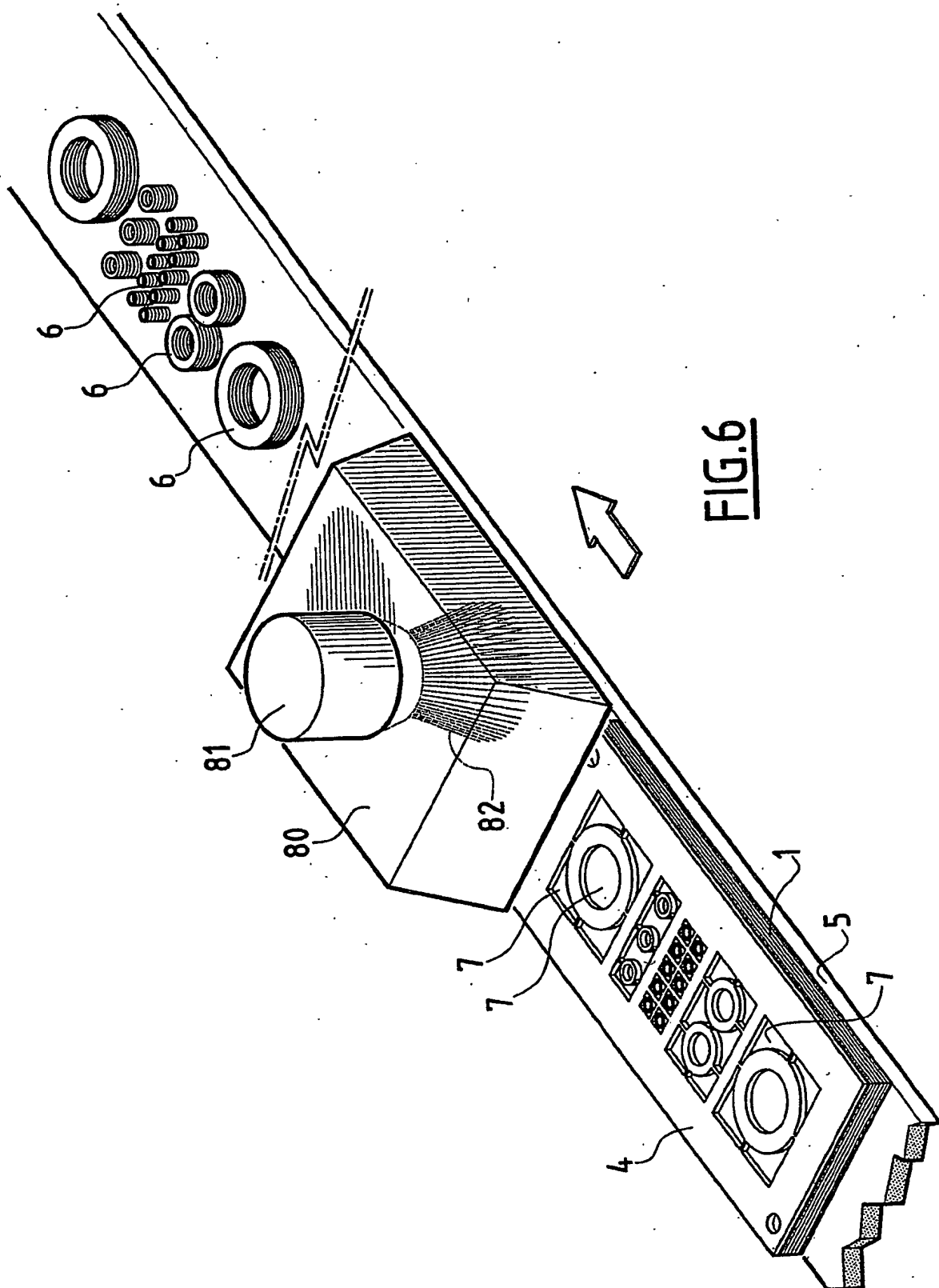
**FIG.3B**



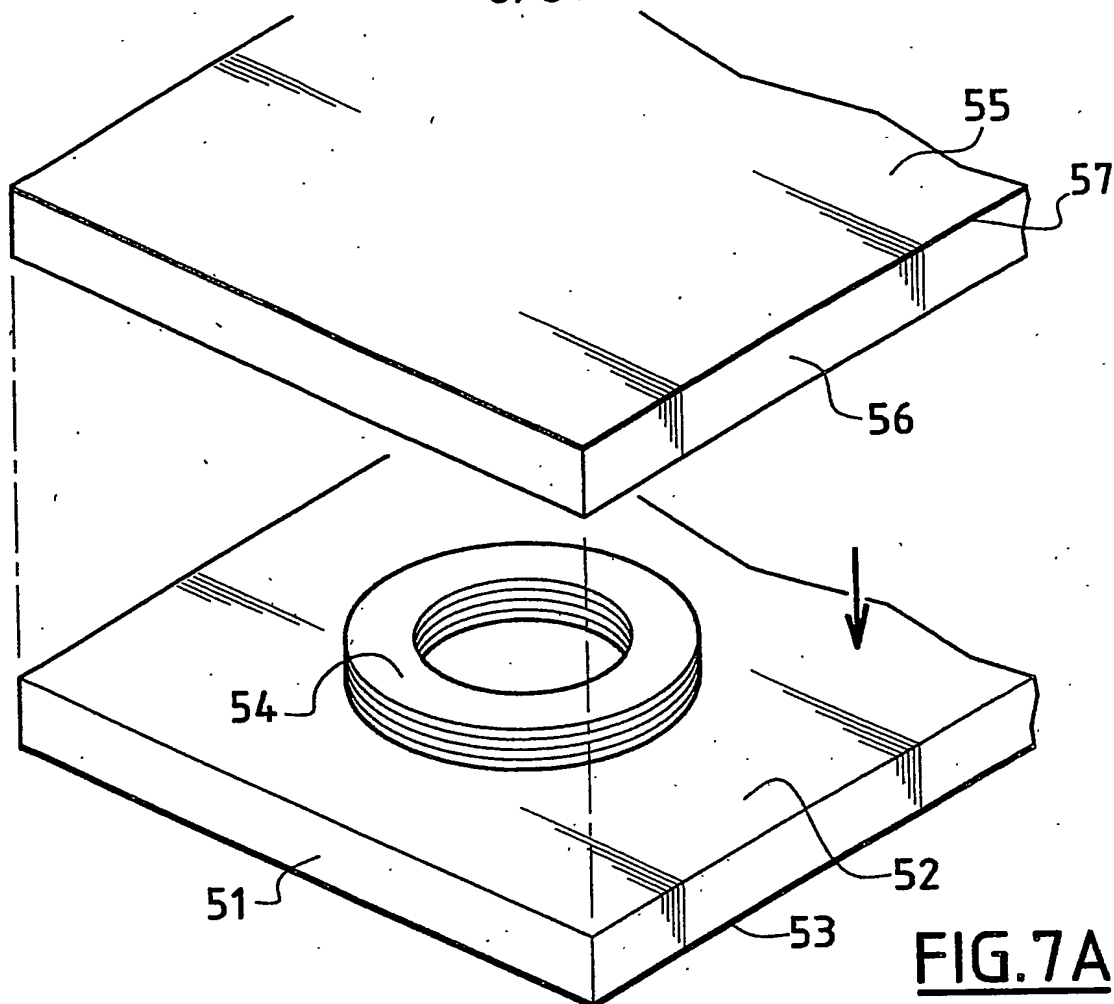
4/6

FIG. 4FIG. 5

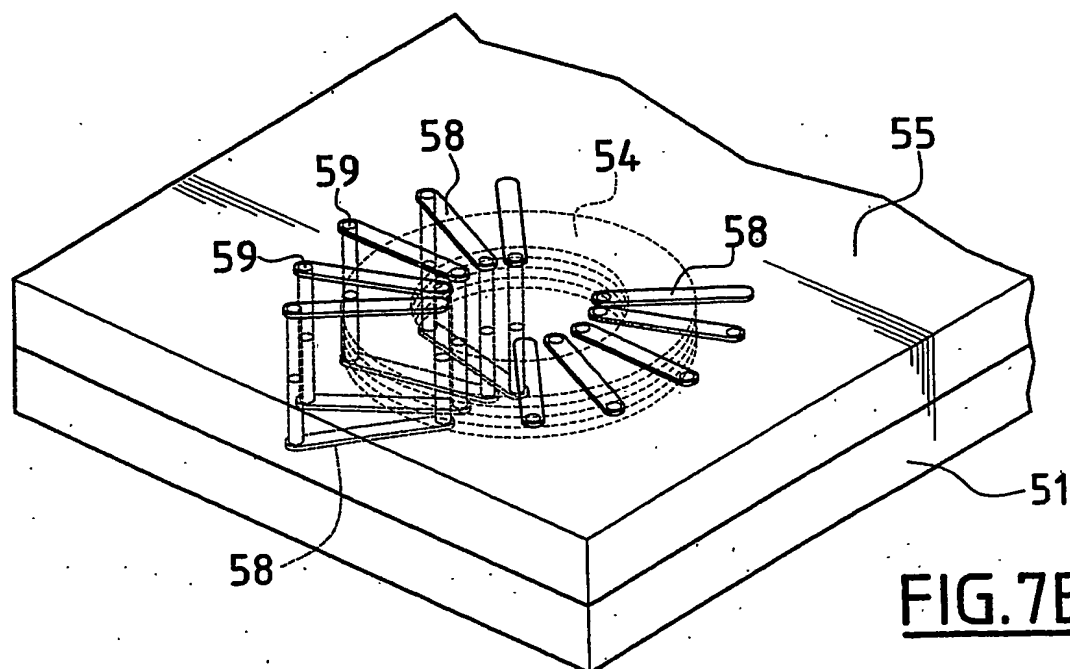
5/6



6/6:



**FIG. 7A**



**FIG. 7B**